



フグ類における TTX 類の組成の地域差とその起源について

研究成果のポイント

- ・日本各地で採取されたフグ類稚魚は 5,6,11-trideoxyTTX よりも TTX を高濃度に保有していた。
- ・フグ類稚魚の消化管内容物からオオツノヒラムシの COI 遺伝子が検出された。
- ・毒化させたフグ類稚魚は TDT よりも TTX を 2 倍以上多く保有した。
- ・フグ類稚魚は TTX をその類縁化合物に比べ優先的に蓄積する体内機構を有している可能性が示唆された。

研究成果の概要

(研究背景)

フグ毒であるテトロドトキシン (TTX) はフグ類だけでなく、イモリなどの両生類やヒョウモンダコなどの頭足類、オオツノヒラムシなどが保有する強力な神経毒として知られています。これらフグ毒保有生物の多くは自身でフグ毒を生合成することができないため、海洋細菌から始まる食物連鎖により、フグ毒を自身の体内に蓄積していると考えられています。しかしながら、餌生物と捕食生物間の TTX およびその類縁化合物 (TTXs) の生物間移行に関する詳細は明らかになっておらず、多くの研究者により未だ議論がなされています。また、三陸沿岸の一部地域で採取されたフグは、他の地域よりも毒性が高いことが知られていますが、なぜ、このような地域差が生まれるのか明らかになっていませんでした。そこで本研究では、わが国沿岸の様々な地点から 4 種のフグ類の稚魚を採取し、LC-MS/MS 分析によりその保有毒量を調査しました。また、フグ類稚魚を用いて毒化飼育実験を行い、TTX および主要な TTX 類縁化合物である 5,6,11-trideoxyTTX (TDT) が、どのように捕食者に移行するのか調査しました。

(研究成果)

2021 年 10 月～2022 年 9 月に日本各地で採取したフグ類の稚魚の保有 TTX および TDT 濃

度を調査した結果、三陸沿岸域で採取されたフグ類の稚魚は、他の地点で採取された個体よりも TTX および TDT 濃度が高い傾向がありました。また、フグ類稚魚は全ての地点の個体において、TDT よりも TTX を有意に多く保有する傾向がありました。これら様々な地点で採取されたフグ類稚魚の消化管内容物に対して、オオツノヒラムシを特異的に検出する PCR に供したところ、地点によりその検出率にばらつきはあるものの、多くの地点からオオツノヒラムシ特異的 DNA 断片が検出されたことから、日本沿岸域に生息するフグ類稚魚の毒化にはオオツノヒラムシが広く関与していることが分かりました。三陸沿岸域では、高頻度で消化管内容物からオオツノヒラムシの DNA が検出されたことに加え、フグ類の稚魚の出現に先んじて転石裏からオオツノヒラムシの卵塊が発見されたことから、フグ類の稚魚はオオツノヒラムシの幼生を多く摂餌し、強毒化している可能性が考えられました。

さらに、飼育実験により、TTX および TDT をおおよそ等量保有するオオツノヒラムシの卵を 3 種のフグ類稚魚に与えて毒化させたところ、TDT よりも TTX を 2 倍以上高濃度に保有することが明らかとなりました (図)。



図. フグ類稚魚における TTX 類の蓄積. TTX とその類縁化合物である 5,6,11-trideoxyTTX (TDT) をほぼ等量に含有するオオツノヒラムシの幼生を摂餌しても、フグ類の稚魚は TTX を TDT の 2 倍以上蓄積することが明らかとなり、毒性の高い TTX を積極的に取り込む機構を有していることが示唆された。

近年の研究成果により、フグ類では、TTX ではなく TDT が集合フェロモン様物質として機能している可能性が示唆されています。一方、フグ類の稚魚は、フェロモン様物質として機能する毒性の低い TDT よりも、毒性の高い TTX を自らの体内に多く蓄積することで、生活上、最も脆弱な時期の一つである稚魚期を生き抜くための化学防御物質として利用することで、自身の身を守っていると考えられます。

今後、TTX 類の蓄積メカニズムを解明していくためには、多種多様な生物の TTX およびその類縁化合物の組成および生物間での移行について、より詳細に調べる必要があると考えられます。

発表論文の概要

研究論文名

Geographical differences in the composition of tetrodotoxin and 5,6,11-trideoxytetrodotoxin in Japanese pufferfishes and their origins

(<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.139214>)

(<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653523014819>)

著者

Masaaki Ito (伊藤正晟 日本大学大学院生物資源科学研究科)

Kyoko Shirai (白井響子 日本大学大学院生物資源科学研究科)

Hikaru Oyama (尾山 輝 日本大学大学院生物資源科学研究科)

Shino Yasukawa (安川詩乃 日本大学大学院生物資源科学研究科)

Masaki Asano (浅野真希 日本大学大学院生物資源科学研究科)

Masato Kihara (木原聖人 日本大学大学院生物資源科学研究科)

Rei Suo (周防 玲 日本大学生物資源科学部海洋生物学科 専任講師)

Haruo Sugita (杉田治男 日本大学生物資源科学部海洋生物資源科学科 特任教授)

Ryota Nakahigashi (中東亮太 名古屋大学大学院生命農学研究科)

Masaatsu Adachi (安立昌篤 東北大学大学院薬学研究科 准教授)

Toshio Nishikawa (西川俊夫 名古屋大学大学院生命農学研究科 教授)

Shiro Itoi (糸井史朗 日本大学生物資源科学部海洋生物学科 教授)

公表雑誌 : Chemosphere

公表日 : 2023年6月14日 (オンライン版)

お問い合わせ先

日本大学生物資源科学部 増殖環境学研究室

教授 糸井史朗 (いといしろう)

TEL/FAX 0466(84)3679

E-mail: sittoi@nihon-u.ac.jp